

HVPEで作製したInGaP/GaAs2接合太陽電池の空間均一性の評価

○南雲 大輔^{1,2}、庄司 靖¹、太野垣 健¹、大島 隆治¹、牧田 紀久夫¹、岡野 好伸²、菅谷 武芳¹
 1 産総研 ゼロエミッション国際共同研究センター、2 東京都市大学
 ○D. Nagumo^{1,2}、Y. Shoji¹、T. Tayagaki¹、R. Oshima¹、K. Makita¹、Y. Okano²、T. Sugaya¹
 1 GZR, AIST、2 Tokyo City University
 E-mail: g2181469@tcu.ac.jp

研究の目的

- III-V族化合物太陽電池の製造コスト低減に向けて、ハイドライド気相成長(HVPE)の検討が進められている。これを大型ウェファに適用するには、成膜の空間的均一性が課題となる。我々は、発光(PL)イメージング測定によって、2インチウェファの基板に作製したInGaP単接合太陽電池の性能の空間分布を簡便に調べることを示した[1]。
- 本研究では、PLイメージング測定でInGaP/GaAs2接合太陽電池におけるInGaPの発光強度を評価し、太陽電池性能と相関を調べた。電界発光(EL)測定ではInGaPサブセルとGaAsサブセルの電圧を見積もり、太陽電池性能と関係解明を進めた。

結果①: 発光特性と太陽電池性能

試料 InGaP/GaAs2接合太陽電池(HVPE法により作製)
 ウェファ大きさ: 2インチ
 セルの大きさ: 3.2 mm角

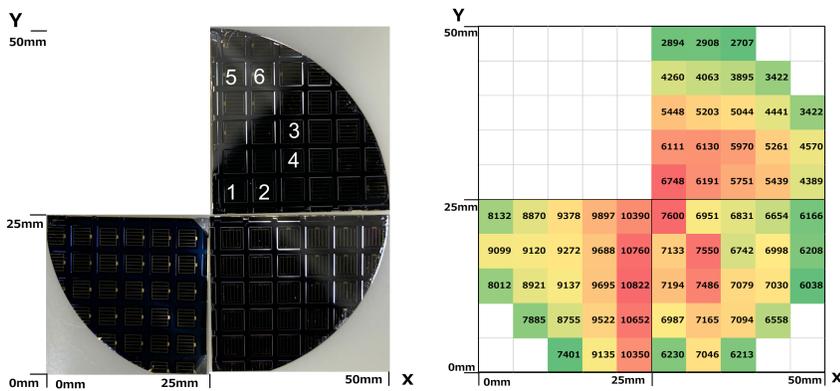


図1. 本研究で使用したInGaP/GaAs2接合太陽電池

図2. InGaP/GaAs2接合太陽電池におけるInGaPサブセルの発光強度の分布

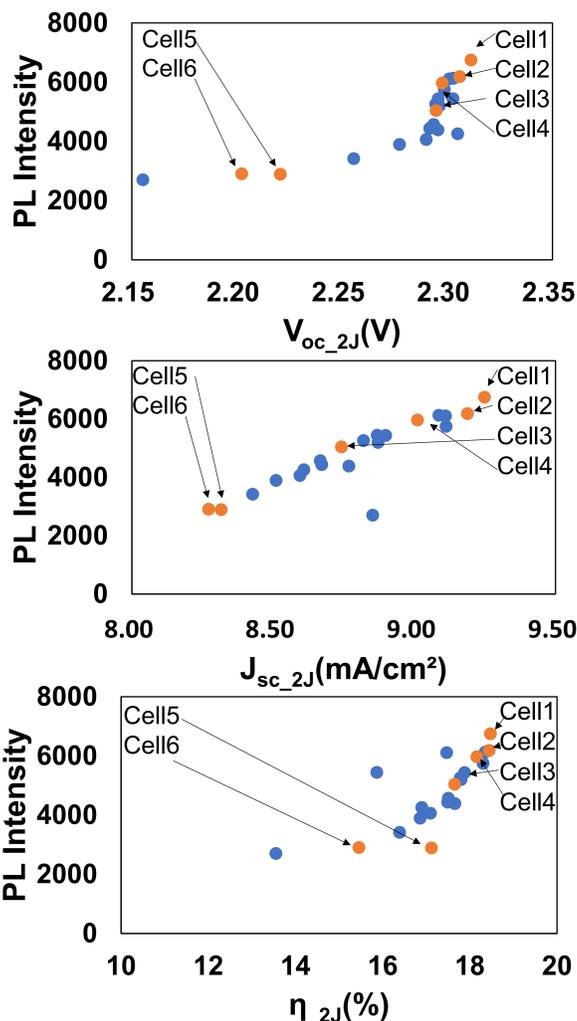


図3. InGaP/GaAs2接合太陽電池のPL強度と太陽電池性能の関係

InGaP/GaAs2接合太陽電池におけるInGaPサブセルの発光強度は、高いセルほど太陽電池性能に良い傾向が見られた。

結果②: 電界発光と太陽電池性能

InGaP/GaAs2接合太陽電池の電圧低下の起源を解明するために、EL測定を用いてGaAsとInGaPサブセルの寄与を調べた。

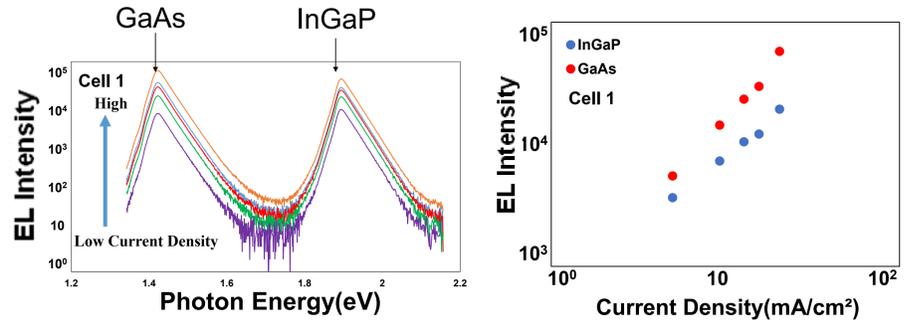


図4. InGaP/GaAs 2J 太陽電池のEL スペクトル

図5. InGaPトップセルとGaAsボトムセルの電流密度とEL強度の関係

EL強度と量子効率の値からサブセル電圧を求める計算式[2]

$$V_i(J_{EL}) = \frac{kT}{q} \ln[\phi_{EL,i}(J_{EL})] + \frac{E}{q} - \frac{kT}{q} \ln(E) - 2 \frac{kT}{q} \ln(\phi_{EQE,i}) - \delta V_i$$

EL強度 光エネルギー 量子効率 Luminescence collection factor

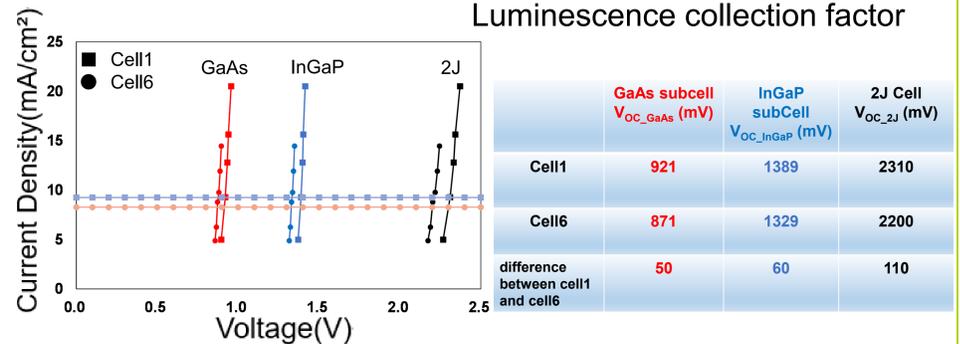


図6. InGaP/GaAs2接合太陽電池とInGaPトップセル、GaAsボトムセルの電流密度と電圧の関係

表1. InGaP/GaAs2接合太陽電池とサブセルの電圧

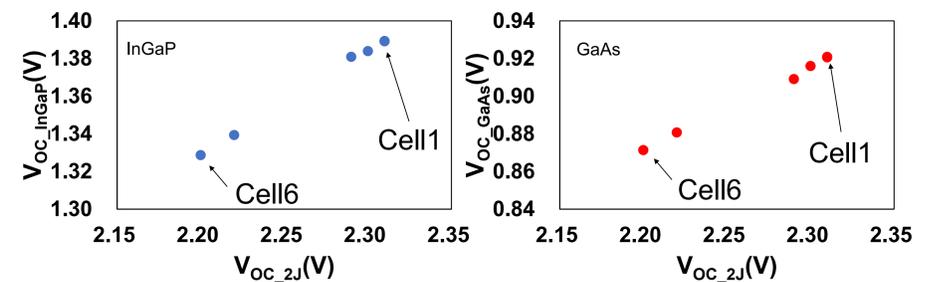


図7. InGaP/GaAs2接合太陽電池のサブセル電圧

本試料であるInGaP/GaAs2接合太陽電池の電圧低下は、InGaPとGaAsサブセルにおける電圧低下が同程度寄与していた。

結論

- InGaP/GaAs2接合太陽電池にPLイメージング測定とEL測定を行った。
- InGaP/GaAs2接合太陽電池におけるInGaPの発光強度は、太陽電池性能と相関が見られた。
- InGaP/GaAs2接合太陽電池の電圧低下の起源について、GaAsとInGaPサブセルにおける電圧低下の割合を見積もった。
- InGaP/GaAs2接合太陽電池においても、PLイメージングにより簡便に性能評価が可能であることを示した。

参考文献

- 南雲ほか, 2021年応用物理学会秋季学術講演会 23a-P12-1.
- T. Aihara et al., Jpn. J. Appl. Phys. 59, SGGF02 (2020).

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP20015)の結果得られたものである。